

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт экономики, управления и природопользования  
Кафедра социально-экономического планирования

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель магистерской  
программы

\_\_\_\_\_ Е.В. Зандер

подпись

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Проблемы и перспективы развития отрасли редкоземельных элементов в  
России

38.04.01 Экономика

38.04.01.13 Экономика природных ресурсов и охраны окружающей среды

Научный руководитель	_____	доцент, <u>канд. экон. наук</u>	<u>И.С. Пыжев</u>
	подпись, дата		
Выпускник	_____		<u>Т.Л. Ярыгин</u>
	подпись, дата		
Рецензент	_____	канд. экон. наук, научный сотрудник <u>ИПРЭК СО РАН</u>	<u>И.А. Забелина</u>
	подпись, дата		

Красноярск 2019

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в форме магистерской диссертации по теме «Проблемы развития отрасли редкоземельных элементов в России» содержит 85 страниц текстового документа, 38 таблиц, 28 рисунков, 4 формулы, 43 использованных источника, 1 приложение.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ЭКСПОРТ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ИМПОРТ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, РЕДКОЗЕМЕЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ.

Целью настоящей диссертации является оценка перспектив редкоземельной промышленности России.

В ходе исследования были поставлены задачи проведения анализа современной ситуации на мировом рынке редкоземельных металлов, а также разработка рекомендательных мер по стимулированию редкоземельной промышленности России и проведение эконометрического моделирования.

В результате с помощью методов эконометрического моделирования были выявлены основные факторы, оказывающие воздействие на развитие отрасли редкоземельных элементов в России. Построены прогнозные сценарии развития отрасли редкоземельных элементов в России и предложены рекомендации по стимулированию развития редкоземельной промышленности в России. Полученные результаты имеют не только теоретическую направленность, но и могут применяться в сфере государственного управления для создания общей стратегии инвестирования в редкоземельную отрасль.

## **ABSTRACT**

Final qualification work in the form of the master thesis on the subject «Problems of Development of the Industry of Rare-earth Elements in Russia» contains 85 pages of the text document, 38 tables, 28 drawings, 4 formulas, 43 used sources, 1 application.

ELECTRONIC INDUSTRY, EXPORT OF RARE-EARTH ELEMENTS, IMPORT OF RARE-EARTH ELEMENTS, RARE-EARTH INDUSTRY OF RUSSIA.

The purpose of the present thesis is assessment of prospects of the rare-earth industry of Russia.

During the research the tasks of carrying out the analysis of a modern situation in the world market of rare-earth metals and also development of recommendatory measures for stimulation of the rare-earth industry of Russia and carrying out econometric modeling were set.

As a result by means of methods of econometric modeling the major factors making impact on development of the industry of rare-earth elements in Russia were revealed. Expected scenarios of development of the industry of rare-earth elements in Russia are constructed and recommendations about stimulation of development of the rare-earth industry in Russia are offered. The received results have not only theoretical focus, but also can be applied in the sphere of public administration to creation of the general strategy of investment into the rare-earth industry.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Основные тенденции развития отрасли редкоземельных элементов .....	5
1.1 Общие сведения.....	5
1.2 Мировая торговля редкоземельными элементами .....	13
1.3 Редкоземельная промышленность России.....	19
2 Эконометрическое моделирование .....	35
2.1 Многофакторный линейный регрессионный анализ.....	35
2.2 Диаграмма рассеяния.....	39
2.3 Прогнозы .....	55
3 Перспективы .....	65
3.1 Квантильная оценка окончательной модели .....	65
3.2 Построение прогнозов по квантильным оценкам.....	69
3.3 Выводы .....	82
Заключение .....	84
Список использованных источников .....	86
Приложение А .....	93–96

## **ВВЕДЕНИЕ**

Пятый технологический уклад характеризуется экстенсивным развитием электронной промышленности, которая, в свою очередь, имеет серьезную потребность в редкоземельных металлах.

Спрос на редкоземельные металлы значительно превышает предложение, что создает дефицит на мировом рынке редкоземельных металлов. Для дальнейшего прогресса в сфере электронной промышленности, полного перехода развитых стран и стран с переходной экономикой на пятый технологический уклад необходимо устранить дефицит редкоземельных металлов на мировом рынке.

Россия, как страна с переходной экономикой, отличается недостаточным уровнем технологического развития. Одной из причин этого является низкий уровень производства редкоземельных металлов внутри страны. Для ликвидации технологического отставания от стран Первого мира и окончательного перехода на пятый технологический уклад России нужно увеличить производство редкоземельных металлов.

Объектом исследования является мировой рынок редкоземельных металлов и редкоземельная промышленность России.

Предметом исследования является современное состояние мирового рынка редкоземельных металлов и редкоземельной промышленности России с учетом нынешней экономической ситуации в мире.

Целью исследования является оценка мирового рынка редкоземельных металлов и редкоземельной промышленности России.

В соответствии с поставленной целью, были определены следующие исследовательские задачи:

1. Дать определение понятию редкоземельные металлы;
2. Описать общую ситуацию на мировом рынке редкоземельных металлов;
3. Проанализировать современную ситуацию на мировом рынке

редкоземельных металлов;

4. Предложить меры по стимулированию редкоземельной промышленности России.

Магистерская диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников, приложения, изложена на 96 странице.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Редкоземельные металлы (РЗМ) не являются редкими по своей суммарной массе, характеризуясь широкой распространенностью в земной коре. Однако их концентрация в рудах настолько низка, что ограничивает возможности их экономически эффективного применения.

Редкоземельные металлы обладают уникальными физико-химическими свойствами и востребованы в производстве высокотехнологичной продукции.

В настоящее время монопольное положение в производстве редкоземельной продукции принадлежит Китаю. Он является мировым лидером не только в добыче и экспорте редкоземельных металлов, но и в химико-металлургическом производстве РЗМ, а также в производстве конечной потребительской продукции с использованием РЗМ.

В мировом производстве и мировой торговле РЗМ Россия занимает скромные позиции.

Незначительные объемы современного производства РЗМ в России не соответствуют ее второму месту в мире по запасам РЗМ. Поэтому одной из первоочередных задач в настоящее время является возрождение и развитие российской редкометалльной и редкоземельной промышленности.

Несмотря на низкую степень освоения минерально-сырьевой базы РЗМ России, в нашей стране имеются все возможности, чтобы в сжатые сроки наладить масштабное производство редкоземельной продукции, как на базе собственных месторождений, так и за счет техногенного сырья.

Обеспечение промышленного производства России собственными РЗМ носит стратегически важный характер для национальной безопасности и является важным условием модернизации отечественной промышленности и ее инновационной направленности, опережающего развития технологий, в том числе в военно-промышленной сфере.

В ближайшей и среднесрочной перспективе следует сделать

исключительный акцент на стратегическом минеральном сырье, которое может не только обеспечить имеющиеся потребности российских высокотехнологичных отраслей промышленности, но и стать драйвером развития многих российских производств шестого технологического уклада.

В России к такому сырью сегодня относятся, прежде всего, РЗМ и сверхтвердый абразивный алмаз-лонсдейлитовый материал (АЛМ), содержащихся в двух уникальных природных объектах в сибирской Арктике (северо-запад Республики Саха (Якутия) и северо-восток Красноярского края).

Первый — комплекс месторождений редких и редкоземельных металлов, приуроченный к Томторскому рудному полю. Второй объект — месторождения сверхтвердых алмаз-лонсдейлитовых абразивов (импактных алмазов) Попигайской астроблемы.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Толстов А. В. Новые возможности получения редкоземельных элементов из единого арктического сырьевого источника / А. В. Толстов, Н. П. Похиленко, Н. Ю. Самсонов // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. – 2017. – № 10 (1). – С. 125 – 138.
2. Golev A. Rare earth supply chains: Current status, constraints and opportunities / Artem Golev, Margaretha Scott, Peter D. Erskine, Saleem H. Ali, Grant R. Ballantyne // Resources Policy. – 2014. – Vol. 41. – P. 52 – 59.
3. María Victoria Riesgo García. Rare earth elements mining investment: It is not all about China / María Victoria Riesgo García, Alicja Krzemień, Miguel Ángel Manzanedo del Campo, Mario Menéndez Álvarez, Malcolm Richard Gent // Resources Policy. – 2017. – Vol. 53. – P. 66 – 76.
4. Калашникова Ю. В. Инновационно-стратегические проблемы российской промышленности и редкоземельные металлы / Ю. В. Калашникова // Омский научный вестник. – 2013. – № 4. – С. 61 – 64.
5. Nieto, A. Addressing criticality for rare earth elements in petroleum refining: The key supply factors approach / Antonio Nieto, Kirsten Guelly, Andrew Kleit // Resources Policy. – 2013. – Vol. 38, Issue 4. – P. 496 – 503.
6. Черный С. А. Сравнительная оценка месторождений редкоземельных металлов / С. А. Черный // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2013. – № 3. – С. 37 – 41.
7. Демидов И. Л. «Ростех»: редкоземельное направление / И. Л. Демидов // Редкие земли. – 2017. – № 1. – С. 89.
8. Бобылов Ю. А. О редкометалльной секторальной инновационной модели для целевого стимулирования промышленного развития / Ю. А. Бобылов, О. С. Брюховецкий // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2016. – № 5. – С. 60 – 67.
9. Крюков В. А. Реиндустриализация без своих РЗМ? / В. А. Крюков, С. А. Зубкова // ЭКО. – 2016. – № 8. – С. 5 – 24.

10. Глущенко Ю. Г. Мировое производство и рынок редкоземельной продукции, место в нем России / Ю. Г. Глущенко, Л. И. Гончарова, Ф. Д. Ларичкин, В. Д. Новосельцева // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2016. – № 4. – С. 140 – 150.

11. Крюков В. А. Стратегическое значение редкоземельных металлов в мире и в России / В. А. Крюков, А. В. Толстов, Н. Ю. Самсонов // ЭКО. – 2012. – № 11. – С. 5 – 16.

12. Гончарова Л. И. Ресурсный потенциал редких и редкоземельных металлов: анализ состояния и обоснование необходимости переоценки на основе современных методических подходов / Л. И. Гончарова, Ф. Д. Ларичкин, В. Д. Новосельцева, А. Е. Череповицын // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2016. – № 3. – С. 147 – 154.

13. Hensel, N. D. Economic Challenges in the Clean Energy Supply Chain: The Market for Rare Earth Minerals and Other Critical Inputs / Nayantara D. Hensel // Business Economics. – 2011. – Vol. 46, No. 3. – P. 171 – 184.

14. Claudiu C. Pavel. Substitution strategies for reducing the use of rare earths in wind turbines / Claudiu C. Pavel, Roberto Lacal-Arántegui, Alain Marmier, Doris Schüler, Evangelos Tzimas, Matthias Buchert, Wolfgang Jenseit, Darina Blagoeva // Resources Policy. – 2017. – Vol. 52. – P. 349 – 357.

15. Мясоедов С. А. Анализ аспектов экономической политики деятельности хозяйствующих субъектов рынка редкоземельных металлов / С. А. Мясоедов, Д. С. Жаровский // Экономические науки. – 2014. – № 4. – С. 22 – 25.

16. Zhang, K. An economics strategy for criticality – Application to rare earth element Yttrium in new lighting technology and its sustainable availability / Kuangyuan Zhang, Andrew N. Kleit, Antonio Nieto // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017. – Vol. 77. – P. 899 – 915.

17. Никонова Д. А. Перспективы развития редкоземельной промышленности России / Д. А. Никонова // Государство и бизнес. Современные проблемы экономики: Материалы IX Международной научно-

практической конференции (Санкт-Петербург, 19-21 апреля 2017 г.) / Северо-Западный институт управления РАНХиГС при Президенте РФ. – Санкт-Петербург: Северо-Западный институт управления РАНХиГС при Президенте РФ, 2017. – Т. 3. – С. 215 – 220.

18. Самсонов Н. Ю. Обзор мирового и российского рынка редкоземельных металлов / Н. Ю. Самсонов, И. Н. Семягин // ЭКО. – 2014. – № 2. – С. 45 – 54.

19. Ярыгин Т. Л. Мировой рынок редкоземельных металлов [Электронный ресурс] / Т. Л. Ярыгин // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки: сб. ст. по мат. LXXI междунар. студ. науч.-практ. конф. / Ассоц. науч. сотруд. «Сиб. академ. книга». – Новосибирск: АНС «СибАК», 2018. – № 11 (71). – С. 159 – 162. – Режим доступа – <https://sibac.info/studconf/econom/lxxi/121328> (дата обращения: 19.06.2019)

20. Кременецкий А. А. Редкоземельные металлы России: состояние МСБ, проблемы и пути развития / А. А. Кременецкий, Н. А. Архипова // Разведка и охрана недр. – 2012. – № 9. – С. 83 – 89.

21. Schlinkert, D. The development of the market for rare earth elements: Insights from economic theory / Dominik Schlinkert, Karl G. van den Boogaart // Resources Policy. – 2015. – Vol. 46, Part 2. – P. 272 – 280.

22. Kiggins, R. D. The Political Economy of Rare Earth Elements. Rising Powers and Technological Change / Ryan D. Kiggins. – 2015. – P. 44.

23. Мезенцева О. Е. Развитие высокотехнологичного производства в мире и России / О. Е. Мезенцева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 7–1. – С. 176 – 181.

24. Савельева И. Л. Редкоземельная промышленность России: современное состояние, ресурсные условия развития / И. Л. Савельева // География и природные ресурсы. – 2015. – № 1. – С. 122 – 129.

25. Яценко В. А. Трансформация роли государства в формировании спроса на РЗМ: от мер прямого участия к управлению и регулированию / В. А. Яценко, Н. Ю. Самсонов, Я. В. Крюков // XIII Международные научный

конгресс и выставка «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017». Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сб. материалов в 2-х т. / М-во обр. и науки РФ, Сиб. гос. ун-т геосистем и технологий. – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – Т. 1. – С. 92 – 97.

26. Куклина Е. А. Рентное налогообложение пользователей недр и мифы сырьевой экономики / Научные труды Северо-Западного Института Управления / Е. А. Куклина. – Москва: РАНХиГС, 2015. – Т. 6. – № 2 (19). – С. 58 – 65.

27. Крюков Я. В. Российская редкоземельная промышленность: следует ли перенять опыт Китая? / Я. В. Крюков, Н. Ю. Самсонов, В. А. Яценко // ЭКО. – 2018. – № 10. – С. 138 – 152.

28. Похиленко Н. П. Новые механизмы государственного управления минерально-сырьевой базой стратегических полезных ископаемых Арктической зоны Сибири и Дальнего Востока / Н. П. Похиленко, А. В. Толстов, В. П. Афанасьев, Н. Ю. Самсонов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2016. – № 5. – С. 60 – 63.

29. Самсонов Н. Ю. Оценка возможностей, подходов и ограничений освоения ресурсного арктического мегапроекта по добыче высокотехнологичных видов сырья (Томторского ниобий–скандий–редкоземельного рудного массива и Попигайской астроблемы) / Н. Ю. Самсонов, Я. В. Крюков, В. А. Яценко // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН, 5–7 апреля 2017 г.: в 2 т. / [сост. Е.Г. Глушкова, Л.И. Полуфунтикова, С.А. Бабушкина]; Ин-т геологии алмаза и благородных металлов СО РАН [и др.]. – Якутск: Северо-Восточный фед. ун-т им. М.К. Аммосова, 2017. – Т. 1. – С. 433 – 439.

30. Похиленко Н. П. Обоснование механизма доминирующего

государственного участия в освоении ресурсов высоколиквидных полезных ископаемых Арктики / Н. П. Похиленко, А. В. Толстов, В. П. Афанасьев, Н. Ю. Самсонов // Арктика: экология и экономика. – 2017. – № 1 (25). – С. 8 – 18.

31. Крюков В. А. Обеспечение российской промышленности высокотехнологичной сырьевой продукцией на основе гигантских месторождений Арктики – Томторского ниобий-редкоземельного и Попигайского сверхтвердого абразивного материала / В. А. Крюков, А. В. Толстов, В. П. Афанасьев, Н. Ю. Самсонов, Я. В. Крюков // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2016. – Т. 3. – № 1. – С. 188 – 192.

32. Николаев М. В. Формирование цены на алмаз-лонсдейлитовое сырье Попигайского месторождения / М. В. Николаев, Е. Э. Григорьева, А. М. Николаев, Н. Ю. Самсонов // Инноватика и экспертиза. – 2016. – № 1 (16). – С. 186 – 196.

33. Самсонов Н. Ю. Горнорудные проекты восточной части российской Арктики, Дальнего Востока и Забайкалья: есть ли пути решения старых проблем? / Н. Ю. Самсонов, Я. В. Крюков, В. А. Яценко // Арктика: экология и экономика. – 2016. – № 4 (24). – С. 16 – 21.

34. Самсонов Н. Ю. О связанности формирования спроса и потребления алмаз-лонсдейлитового сырья в высокотехнологичной промышленности и выполнения ГРП на импактные алмазы в пределах Попигайского метеоритного кратера (Арктическая зона РФ) / Н. Ю. Самсонов, Я. В. Крюков // Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: прогнозно-ресурсные, методические, инновационно-технологические пути ее повышения: материалы V Всер. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 50-летию Алмазной лаборатории ЦНИГРИ – НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО). 29 мая – 1 июня 2018 г., г. Мирный / [отв. ред. А.В. Толстов]; Акционерная комп. «АЛРОСА» (ПАО), Науч.-исслед. геологич. предприятие. – Мирный, 2018. – С. 318 – 321.

35. Самсонов Н. Ю. Попигайское месторождение алмаз-

лонсдейлитового сверхабразивного материала – Арктический проект с высоким инновационным потенциалом / Н. Ю. Самсонов, Я. В. Крюков // Арктика: экология и экономика. – 2018. – № 1 (29). – С. 15 – 25.

36. Самсонов Н. Ю. О возможности участия капитала стран АТР в горнорудных проектах российского Дальнего Востока и Забайкалья / Н. Ю. Самсонов, Я. В. Крюков, В. А. Яценко // Проблемы Дальнего Востока. – 2017. – № 1. – С. 85 – 92.

37. Самсонов Н. Ю. Проблемы формирования спроса на продукцию Томторского ниобий-редкоземельного месторождения (Республика Саха (Якутия)) / Н. Ю. Самсонов, Я. В. Крюков, В. А. Яценко // Устойчивый Север: общество, экономика, экология, политика: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции (Якутск, 24-25 октября 2016 г.) / Издательский дом СВФУ. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2017. – С. 116.

38. Шишацкий Н. Г. Стратегическое позиционирование арктического региона как объекта территориального развития (на примере Хатангско-Анабарского региона) / Н. Г. Шишацкий, Е. А. Брюханова, В. С. Ефимов, А. М. Матвеев // Арктика и Север. – 2016. – № 25. – С. 179 – 180.

39. Chalmers, I Economics of Rare Earth Projects [Электронный ресурс] / Ian Chalmers, Alister MacDonald // Alkane Resources Ltd, 2017. – Режим доступа – <https://www.asx.com.au/asxpdf/20171012/pdf/43n5093j6r7rbl.pdf> (дата обращения: 19.06.2019)

40. Похиленко Н. П. Томтор как приоритетный инвестиционный проект обеспечения России собственным источником редкоземельных элементов / Н. П. Похиленко, В. А. Крюков, А. В. Толстов, Н. Ю. Самсонов // ЭКО. – 2014. – № 2. – С. 28 – 29.

41. Исмагилов И. И. Многофакторная регрессия в среде Gretl: учеб.-метод. пособие для студ. по направл. 38.04.01 «Экономика» / И. И. Исмагилов, Е. И. Кадочникова. – Казань: Казан. ун-т, 2016. – 62 с.

42. Пыжев, А. И. Эконометрическое моделирование: учеб.-метод.

пособие для выполнения курсовых работ / А. И. Пыжев. – Красноярск: СФУ, 2018. – 44 с.

43. Пайтян К. Г. Разработка критерия качества прогнозирования биржевых котировок для поддержки принятия решений металлотрейдера / К. Г. Пайтян // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология. / ВолГУ. – Волгоград: ВолГУ, 2019. – Т. 21. – № 1. – С. 118.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

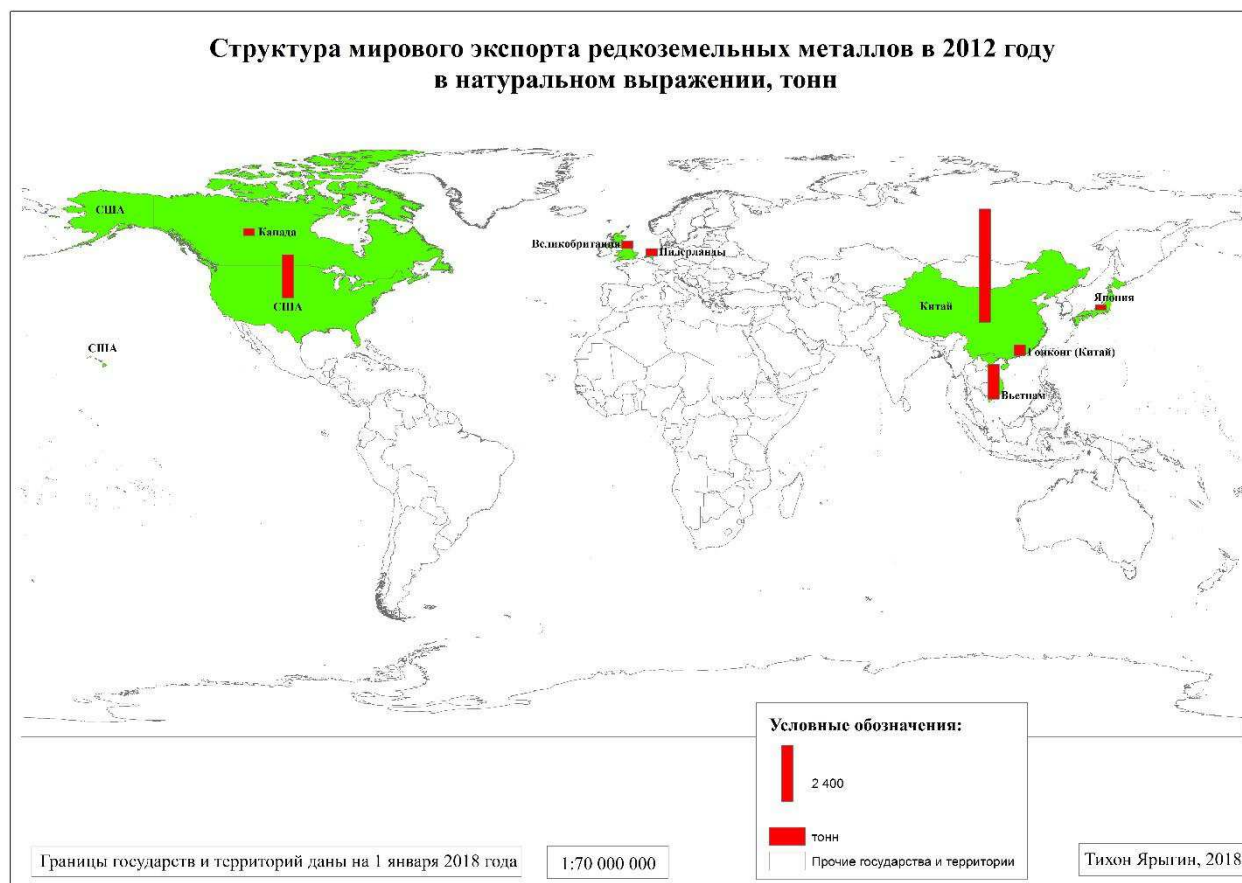


Рисунок А.1 – Структура мирового экспорта РЗМ в 2012 году в натуральном выражении, тонн

Источник: составлено автором по данным [18].



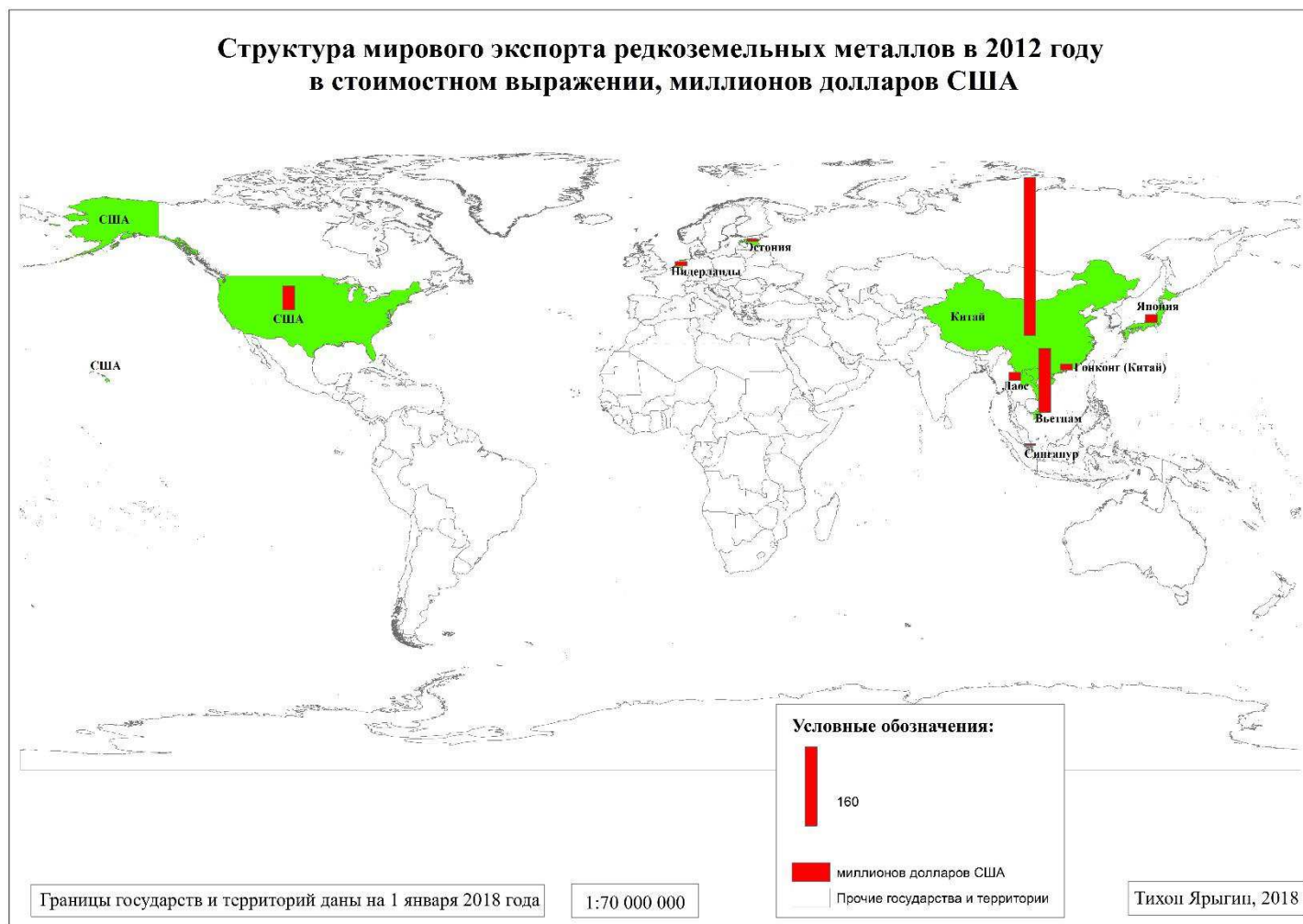


Рисунок А.2 – Структура мирового экспорта РЗМ в 2012 году в стоимостном выражении, миллионов долларов США

Источник: составлено автором по данным [18].

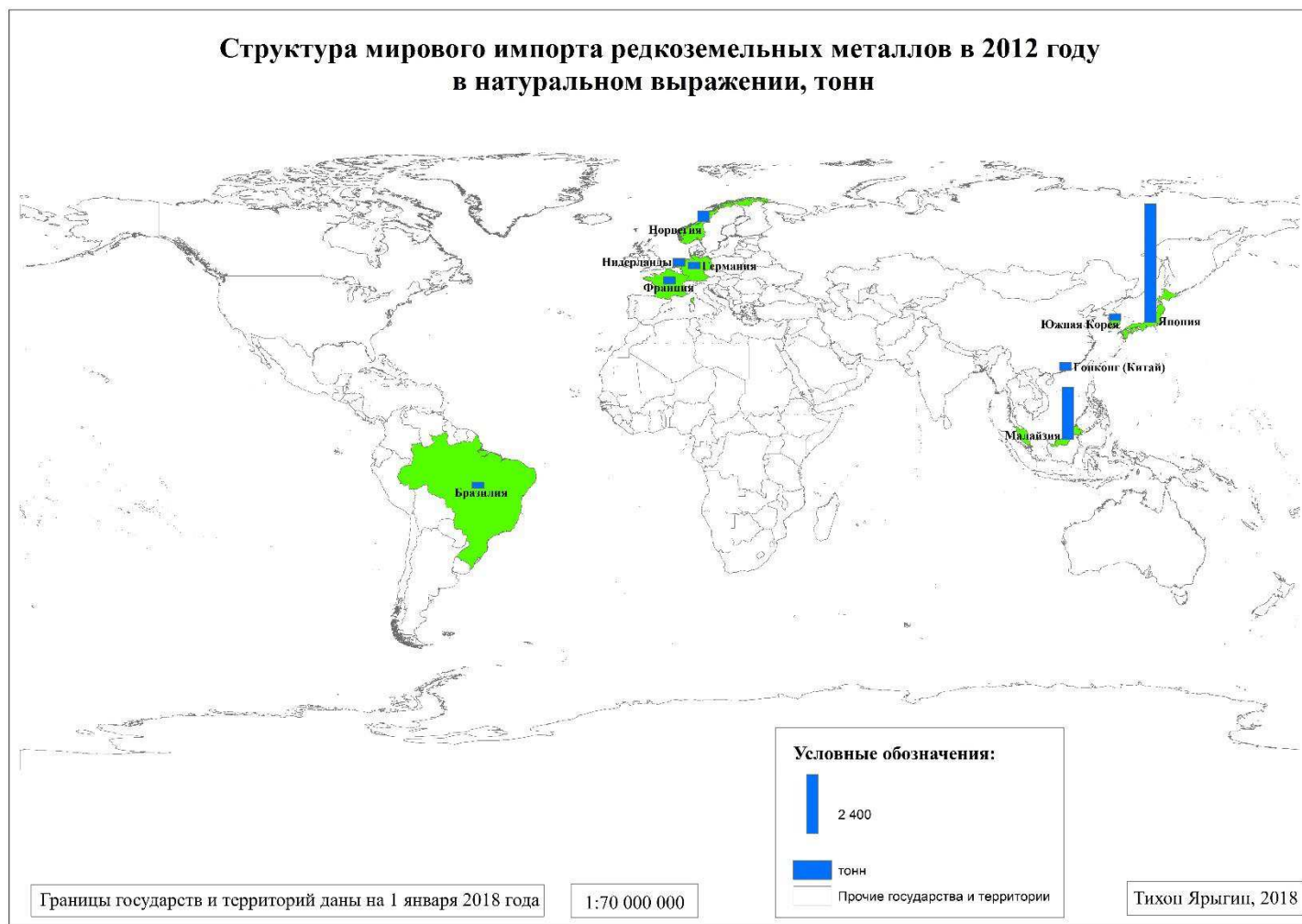


Рисунок А.3 – Структура мирового импорта РЗМ в 2012 году в натуральном выражении, тонн

Источник: составлено автором по данным [18].

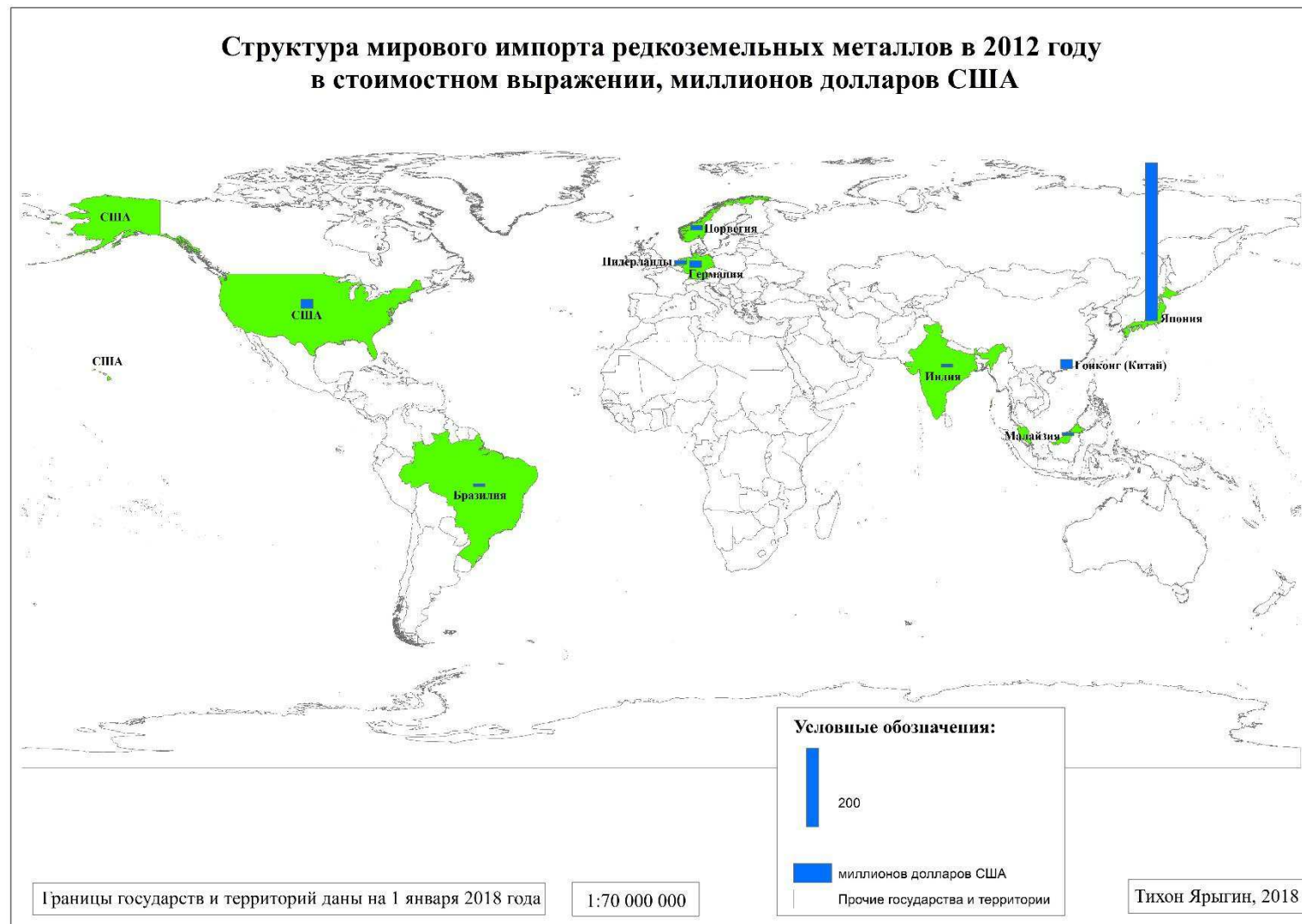


Рисунок А.4 – Структура мирового импорта РЗМ в 2012 году в стоимостном выражении, миллионов долларов США

Источник: составлено автором по данным [18].

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт экономики, управления и природопользования  
Кафедра социально-экономического планирования

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель магистерской

программы

  
Е.В. Зандер

подпись

« 28 » 06 2019 г.


**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Проблемы и перспективы развития отрасли редкоземельных элементов в  
России

38.04.01 Экономика

38.04.01.13 Экономика природных ресурсов и охраны окружающей среды


Научный руководитель

  
доцент,  
канд. экон. наук

И.С. Пыжев

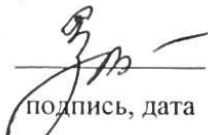
подпись, дата

Выпускник

 04.07.2019  
подпись, дата

Т.Л. Ярыгин

Рецензент

  
канд. экон. наук,  
научный сотрудник  
ИПРЭК СО РАН  
подпись, дата

И.А. Забелина

Красноярск 2019